

PLYNOVÝ MĚCHÝŘ

Plynový měchýř (*vesica natatoria*) je vícefunkční specializovaný rybí orgán, který se ještě nevyskytuje u mihulí a paryb. Je přítomen až u většiny chrupavčitých (*Chondrostei*) a kostnatých (*Teleostei*) ryb, u nichž plní zejména hydrostatickou funkci, spočívající ve vyrovnávání tlaku plynu v těle s vnějším tlakem vody v různých hloubkách. U žraloků jeho funkci částečně nahrazují velká játra silně infiltrovaná tukem.

Plynový měchýř je nepárový orgán rozličného tvaru, je umístěn v dorzální části břišní dutiny mezi ledvinami a zažívacími orgány. U lososovitých, štikovitých, úhořovitých a okounovitých ryb má jednoduchý a protáhlý tvar, u kaprovitých ryb je zaškrcením rozdělen na přední a zadní komoru. U sekavcovitých je zadní část plynového měchýře rudimentární a přední zkostnatělá. U některých druhů ryb se může ve vnitřním prostoru plynového měchýře ukládat tuk. Řada rybích druhů, patřících mezi rychlé plavce, nebo žijících v silných proudech plynový měchýř vývojově zpětně ztratila (např. makrelovití). Z našich ryb se plynový měchýř nevyskytuje u vrankovitých. Plynový měchýř tvoří 4-11 % objemu rybího těla (4-6% u mořských ryb, 7-11% u sladkovodních). Stěna plynového měchýře je složena **ze tří vrstev**:

vnější (stříbřitá) vrstva, bohatá na kolagenní vlákna a obsahující guanofory

střední vrstva, často obsahující svalová vlákna

vnitřní (epitelová) vrstva

Plynový měchýř ryb vzniká během embryonálního vývoje jako vychlípenina dorzální stěny jícnu, s níž zůstává spojen kanálkem (*ductus pneumaticus*). U fylogeneticky nižších druhů ryb zůstává spojení plynového měchýře s jícnem zachováno po celý život a tuto skupinu ryb označujeme jako *Physostomi*. U některých druhů této skupiny (čeled' sled'ovití) komunikuje plynový měchýř s vnějším prostředím samostatným vývodem v blízkosti řitního otvoru. U vývojově vyšších ryb (*Gadiformes*, *Perciformes*) *ductus pneumaticus* postupně rudimentuje a spojení plynového měchýře s vnějším prostředím během juvenilního období mizí, tyto ryby označujeme jako *Physoclisti*.

Regulace tlaku plynu v plynovém měchýři

U většiny *Physostomi* musí být v larválním stadiu polknut atmosférický vzduch pro první naplnění plynového měchýře, i když v dospělosti mají schopnost regulace tlaku plynu také krevní cestou. U kapra obecného dochází k tomuto naplnění plynového měchýře asi za 24-36 hodin po vykulení, u pstruha obecného ve věku přibližně 3 týdnů. Teprve tehdy se může rybí larva začít aktivně pohybovat. Pokud se jí nepodaří k hladině dostat a plynový měchýř naplnit, pohybuje se

obtížně, nekoordinovaně, zaostává v růstu a velmi brzy uhyne (např. kapří larva po 10-14 dnech). *Physostomi* mohou při velkém poklesu tlaku odpouštět plyn z plynového měchýře přímo přes *ductus pneumaticus*. Při malém poklesu vnějšího tlaku probíhá resorbce plynu do krve, ale proces je pomalejší než u *Physoclisti*. U několika málo druhů *Physostomi* slouží *ductus pneumaticus* nejen k přímému odpouštění plynu z plynového měchýře, ale i jako orgán reabsorbce plynu.

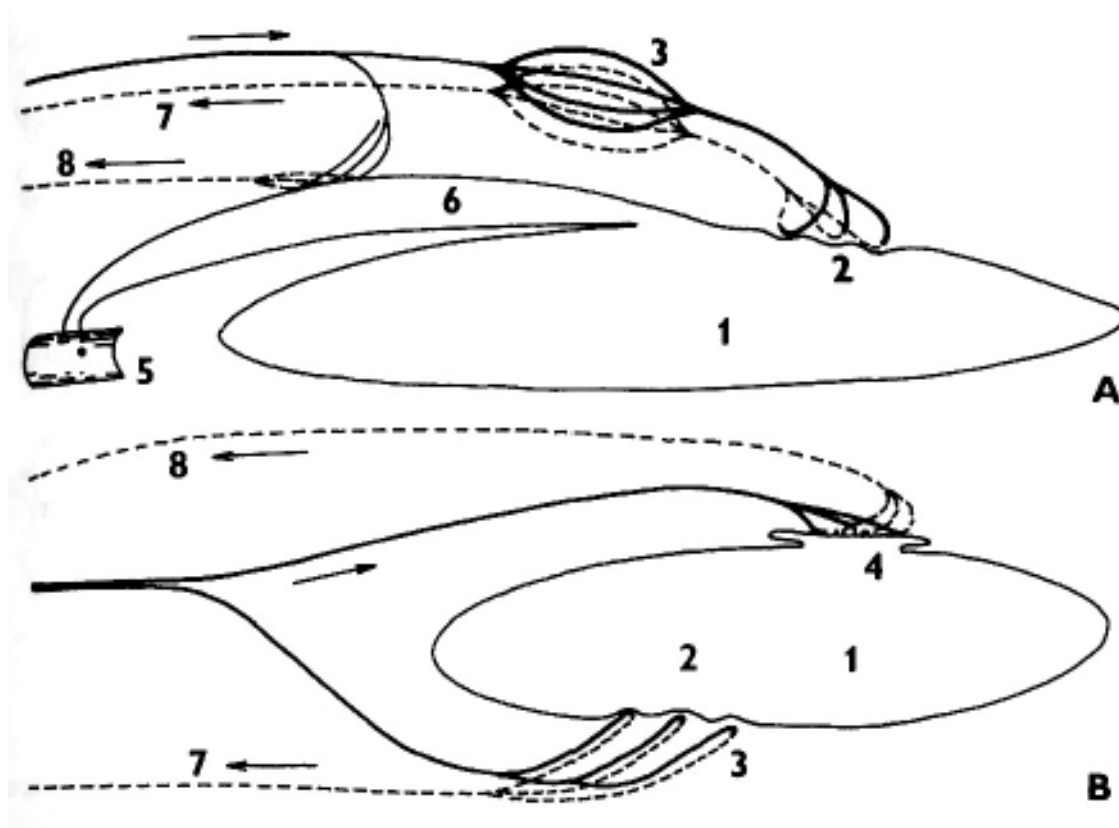
Stejně tak řada druhů skupiny *Physoclisti* má v larválním stadiu funkční *ductus pneumaticus* a musí pro první naplnění plynového měchýře polknout atmosférický vzduch. Mechanismus jeho prvního naplnění však není dosud objasněn u některých mořských ryb, které tráví celý život ve velkých hloubkách. Ty buď musí mít vyvinutý jiný mechanismus, anebo se jejich larvy vyvíjejí v povrchové vrstvě vody.

Plyny se vylučují do plynového měchýře u ryb skupiny *Physostomi* většinou a u skupiny *Physoclisti* výhradně krevní cestou pomocí pleteně krevních kapilár (*rete mirabile*) a pomocí tzv. plynové žlázy, která tvoří část epitelu plynového měchýře. U ryb *Physostomi* je ale *rete mirabile* většinou málo vyvinuto (jen několik tepenných a žilných vlásečnic). Avšak například u úhoře říčního tato pletěň představuje 100.000 arteriálních a téměř stejné množství venózních kapilár, které vytvářejí celkovou plochu přes 210 m² (106 m² venózních a 105 m² arteriálních kapilár).

Plynová žláza je specializovaná oblast epitelové vrstvy plynového měchýře, tvořená jednovrstvým epitelem, uspořádaným v záhybech, nebo stratifikovaným z několika vrstev buněk. Buňky plynové žlázy jsou krveny kapilárami z *rete mirabile*. To je složeno z řady arteriálních a venózních kapilár, umístěných kolmo ke stěně měchýře. Krev je přiváděna ze hřbetní aorty a odváděna větví ledvinové vrátníkové žíly. Mechanismus vylučování plynu z krve do plynového měchýře je složitý a ne zcela objasněný fyziologický děj, jehož podstatou je acidifikace krve kyselinou mléčnou v *rete mirabile*.

Resorbce plynu z plynového měchýře ryb skupiny *Physoclisti* je zajišťována pomocí tzv. **oválného okénka**. Je to komplex krevních kapilár v dorzokaudální části plynového měchýře, oddělený od jeho lumen pouze jednovrstvým epitelem. Přívod krve je zajišťován mezižeberními artériemi, odváděna je směrem k hlavní žíle. Ovál je vybaven svalovým svěračem, který resorbci plynů reguluje.

Inervaci výměny plynů v plynovém měchýři zajišťuje *nervus vagus* a autonomní nervová soustava.



Obr. 19: Plynový měchýř jako hydrostatický orgán

A typ plynového měchýře ryb *Physostomi* (*Anguilla anguilla*) **B** typ plynového měchýře ryb *Physoclisti* (*Perca fluviatilis*) **1** lumen plynového měchýře, **2** plynová žláza, **3** *rete mirabile*, **4** oválné okénko, **5** jícen, **6** *ductus pneumaticus*, **7** k játrům, **8** k srdci (Podle Dentona, 1961)

Složení plynu v plynovém měchýři

V plynovém měchýři ryb se nachází kyslík, dusík a oxid uhličitý, a to zpravidla v konstantním procentickém zastoupení u jednotlivých rybích druhů:

	CO₂	O₂	N₂
pstruh duhový	0,8	3,7	95,5
kapr obecný	3,7	5,7	90,6
lín obecný	5,8	4,1	90,1
štika obecná	6,7	35,0	58,3

Obsah kyslíku v plynovém měchýři je nápadně vyšší u dravých druhů ryb a stoupá také s hloubkou, v níž ryby žijí. Například úhoř mořský (*Conger conger*), žijící v hloubkách kolem 175 m má v plynovém měchýři až 87% kyslíku.

Funkce plynového měchýře

Nejdůležitější je funkce hydrostatická. Změnou objemu plynového měchýře ryba ovlivňuje specifickou hmotnost těla a přizpůsobuje se tak rozdílnému tlaku při proplouvání různými hloubkami. (Hustota rybí svaloviny se pohybuje kolem 1,076, sladké vody asi 1,0005 a mořské vody asi 1,026.) Některé hlubinné ryby potom mají v plynovém měchýři nepředstavitelně vysoký tlak, který dosahuje až 4 MPa (400 at). U rybích druhů s dvoukomorovým plynovým měchýřem (*Cyprinidae*) se změnou objemu plynu v kraniální a kaudální části měchýře mění i poloha těžiště těla. To jim umožňuje zaujímat i šikmou polohu těla bez vynaložení většího množství energie.

U některých rybích druhů (kapr obecný, sumec velký, piskoř pruhovaný) registruje plynový měchýř také změny v atmosférickém tlaku. Tyto ryby potom při poklesu tlaku vyplouvají k hladině.

U ryb vybavených Weberovým aparátem působí plynový měchýř současně jako zvukový rezonátor a zvyšuje u těchto druhů citlivost sluchu.

U některých ryb funguje plynový měchýř navíc jako zvukový orgán vydávající nízkofrekvenční zvuky. Ty se uplatňují při rozmnožování ryb a při ochraně teritoria.

U řady druhů ryb plní plynový měchýř také pomocnou dýchací funkci. Ta je vyvinuta například u štiky obecné a dalších dravých ryb a uplatňuje se při uchvácení a polykání kořisti. Velmi dobře je dýchací funkce plynového měchýře vyvinuta u ryb žijících v mělkých tropických mořích s nízkým obsahem kyslíku (tarpon atlantský) a u ryb z bažinatých oblastí (*Arapaima gigas*).